

Studies on the nile blue granule formation in
prepupal fat-body and the eye pigmentation of
Drosophila (ショウジョウバエ脂肪体ナイル青顆粒
形成と眼色発現に関する研究)

著者	八木 静夫
号	118
発行年	1966
URL	http://hdl.handle.net/10097/23276

氏名。(本籍)	やぎしずお 八木 静 夫
学位の種類	理 学 博 士
学位記番号	理 第 1 1 8 号
学位授与年月日	昭和 4 1 年 6 月 1 6 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
最 終 学 歴	昭和 3 3 年 3 月 東北大学大学院理学研究科修士課程生物学専攻終了
学位論文題目	Studies on the nile blue granule formation in prepupal fat-body and the eye pigmentation of <i>Drosophila</i> (ショウジョウバエ脂肪体ナイル 青顆粒形成と眼色発現に関する研究)
論文審査委員	(主査) 教授 元 村 勲 教授 青 木 藤 教授 加 藤 陸奥雄

論 文 目 次

緒 論	色に対する影響
I 脂肪体ナイル青顆粒の性状と行動	序 論
序 論	材料と方法
材料と方法	結 果
観 察	論 議
論 議	要 約
要 約	3. ナイル青顆粒と眼色に対する有効物質の品種間差異
II 脂肪体ナイル青顆粒と蛹化刺激との関連	序 論
序 論	材料と方法
材料と方法	結 果
結 果	論 議
論 議	要 約
要 約	IV 脂肪体ナイル青顆粒の相対量の遺伝的伝達機構
III 脂肪体ナイル青顆粒の出現量とカッ色系眼色との関係	序 論
1. 品種間差異からみたナイル青顆粒	材料と方法
序 論	結 果
材料と方法	論 議
結 果	要 約
論 議	考 察
要 約	文 献
2. 磨砕蛹投与によるナイル青顆粒と眼	

論 文 内 容 要 旨

緒 論

昆虫の脂肪体は網状葉をなし、直接体液に接している。脱皮や変態の際には、明らかな形態的变化を生ずるが、この変化は脂肪体のリピッド、グリコーゲン、たんぱく質の貯蔵、分泌などのほげしい物質代謝と関連して行なわれる。つまり昆虫の脂肪体は単なる貯蔵器官、とくに脂肪の、ではなく機能的にはむしろ哺乳動物の肝臓に近いと考えられている。

カイコやシヨウジウバエでは、蛹期にこの脂肪体にかっ色系眼色の前駆物質が存在することが移植実験からたしかめられている。

著者はシヨウジウバエ脂肪体でナイル青に生体染色される顆粒が蛹化直前に出現し、やがて体液に分泌されていくことをみた。

しかも、この顆粒の出現量には品種間でちがいがみられ、この可視的な動きと眼色との間には密接な関係があることが推定された。

従って、ナイル青顆粒の性状とその形成要因及びこの顆粒の変態の際における役割については遺伝形質発現機構を知るためにぜひ解明されなければならない点である。本研究はシヨウジウバエ脂肪体中出现するナイル青顆粒の形成と機能、とくにかっ色系眼色との関係を明らかにする目的で行なわれたものである。

I 脂肪体ナイル青顆粒の性状と行動

クロシヨウジウバエ成熟幼虫の脂肪体細胞にナイル青、ヤヌス緑、中性赤、トルイジン青、チオニンなどの塩基性色素の稀薄溶液（0.05%）によって生体染色される顆粒——ナイル青顆粒——が蛹殻形成の5時間前に出現しはじめることを見出した。この顆粒は蛹殻形成の3時間前にはほとんどすべての脂肪体細胞に見出され、その出現量はピークに達する。やがて、蛹殻形成後2～3時間頃から次第に減少する。この顆粒の消失に伴い、細胞壁又は細胞間隙にこの顆粒と同様の染色性を示す物質が集合しているのがみられ蛹期にはみられなくなる。また、この細胞間物質が直接に体液に接している像もみられる。これらのことから、ナイル青顆粒は細胞間隙に分泌され、蛹化の過程で体液に放出されていくものと推定される。またセロイジンでおおわれた固定標本では、Bauer-Feulgen反応陽性の顆粒と細胞間物質がみられ、生体染色の際にみられたナイル青顆粒と同様な性状と行動を示す。クロム酸の前処理をしないか又はセロイジンでおおわない固定標本ではBauer-Feulgen反応陰性である。従って、ナイル青顆粒は多糖類を含む物質の一種であると考えられる。

II ナイル青顆粒形成と蛹化刺激との関連

ハエの幼虫が臨界期以前に結紮されると環状腺を含む部分は蛹化し、含まぬ部分は幼虫のままの部分蛹となり、臨界期以後に結紮すると両部分ともに蛹化した全蛹となる（Fraenkel 1935、

Bodenstein 1937)。著者はクロシヨウジヨウバエの成熟幼虫を絹糸で結紮することにより、部分蛹においては幼虫部に比べて蛹化部位に明らかに多くの脂肪体ナイル青顆粒が形成されており、全蛹では結紮の両部位の間にこのようなちがいがほとんどみられないことを見出した。従ってナイル青顆粒が蛹化直前に出現するのは、蛹化刺激によって引き起されると結論することができる。

Ⅱ ナイル青顆粒の出現量とカッ色系眼色との関係

キイロシヨウジヨウバエの前蛹脂肪体ナイル青顆粒には品種間でちがいがみられる。すなわち、この顆粒の相対出現量の高い品種は、野生型Oregon, Toyokawa, 突然変異体Bar (I), Bar-black (I, II), White (I), brown (II), eyeless (IV), 中位の相対出現量の品種は、突然変異体vermilion (I), cinnabar (II), scarlet (III), eosin (I), apricot (I), 更に、出現量の低い品種は突然変異体Muller-5 (I, 逆位)であった。顆粒の出現量の高い品種はすべてカッ色系色素又はその前駆物質をつくることができるものであり、中位及び低い出現量の品種はこの色素又はその前駆物質をつくることができぬものである。(Ephrussi & Chevais 1937)。このことはカッ色系色素とナイル青顆粒の出現量との間には関係があるものと考えられる。また、このナイル青顆粒の相対出現量の品種間のちがいにもかかわらず、観察されたすべての品種において蛹殻形成直前にこの顆粒が出現する。従って、これらのキイロシヨウジヨウバエの各品種においてもクロシヨウジヨウバエ同様にこの顆粒形成は蛹化刺激によって引き起されると推定される。

もし、ナイル青顆粒と眼色が直接に関連をもつならば、実験的に顆粒を増加させることによって、同時に眼色の発現をとまうことが期待される。無色眼の突然変異体vbw, cnbw, stbw幼虫に夫々野生型Oregon, 突然変異体stbw, cnbw, vbwの磨砕蛹を径口的に投与すると、Oregon蛹はvbw, cnbw, stbw幼虫の脂肪体ナイル青顆粒の相対量を増加させ野生型のそれに近づけ、同様にstbw蛹はcnbw, vbw幼虫のナイル青顆粒を増加させ、そして、cnbw蛹はvbw幼虫の顆粒を増加させる。これらのナイル青顆粒の増加はvbw, cnbw幼虫を実験動物としたときにはつねにその成虫眼色のカッ色化をとまっていた。一方、Oregon蛹はstbw幼虫の顆粒を増加させるにもかかわらず、その成虫の眼色に対して効果を全くもたなかった。このことはstの眼の成虫原基はカッ系色素又はその前駆物質を含む宿主に移植されても眼色については自律的にふるまうというBeadleとEphrussiの結果から判断すれば、さきにのべた著者の考えに矛盾しない。

ナイル青顆粒の出現量の高い品種はすべてカッ色系色素又はその前駆物質を含んでいるので上記の実験と同様に、野生型Oregon, Toyokawa, 突然変異体Bar, brown, whiteの顆粒の出現量の高い品種の磨砕蛹を無色眼cnbw幼虫に径口的に投与するとWhiteをのぞくすべての品種は実験動物の顆粒を増加させ、しかも、同時に眼色を発現させた。

このことは、顆粒の増加と眼色の発現は密接な関係をもっているという見解を支持するとともに、whiteのみは顆粒及び眼色について特異な物質をもつものであると推論される。

Ⅳ ナイル青顆粒の相対量の遺伝的伝達機構

前章で、ナイル青顆粒と眼色との関係を示したが、両者の間には遺伝的にも同様な事実がみられなければならない。

顆粒の出現量の高い赤かっ色眼の Oregon と顆粒の出現量の中位の赤橙色眼 cinnabar 又は scarlet との交配において、その F_1 は正逆交配ともに高い顆粒の出現量を示し、赤かっ色眼の野生型となる。顆粒の出現量が中位の赤橙色眼の cinnabar と scarlet の交配では、その F_1 は正逆交配ともにすべて顆粒の出現量は高く、赤かっ色眼となる。更に Oregon ♀ と顆粒の中位の赤橙色眼 vermilion ♂ との交配では、その F_1 はすべて顆粒の出現量は高く、赤かっ色眼となる。その逆交配では、娘は顆粒の出現量は高く、赤かっ色眼であるが、息子は顆粒の出現量は中位であり、赤橙色眼である。同様な結果が cinnabar と vermilion 及び Oregon と顆粒の出現量の低い、杏色眼 Muller-5 との交配においてもみられた。この交配実験においても又、ナイル青顆粒の増加と表現型における眼色はいつも平行していた。従って、顆粒の出現量は vermilion, cinnabar, scarlet Muller-5 の眼色を支配する遺伝子に連鎖して遺伝的に伝達されていくものと結論される。

結果は次のように要約される。

- 1) ショウジョウバエ脂肪体に蛹化直前に出現するナイル青顆粒は、蛹化の過程で体液に分泌される。この顆粒は多糖類を含む物質の一種と考えられる。
- 2) ナイル青顆粒の出現量は品種間でちがいがみられ、高い出現量の品種はすべてかっ色系眼色に関する物質を含むものである。
- 3) 磨砕蛹の径口的投与によるナイル青顆粒の増加はつねに眼色の発現をともしなう。
- 4) ナイル青顆粒の高い出現量の品種は、white をのぞき、顆粒形成と眼色発現の有効物質を含んでいる。
- 5) ナイル青顆粒形成は蛹化刺激により引き起こされる。
- 6) ナイル青顆粒の相対出現量は vermilion, cinnabar, scarlet Muller-5 のように眼色に関する多くの遺伝子により支配されている。

これらの結果から脂肪体ナイル青顆粒は、眼色の発現に先立ち出現し、眼色と密接な関係があるので、眼色発現と直接の関係をもつものであると考えられる。

論文審査結果の要旨

八木静夫提出の学位論文は、シヨウジヨウバエ脂肪体ナイル青顆粒形成と眼色発現に関する研究と題する論文1篇で、内容は4章から成る。

シヨウジヨウバエの眼色発現の機構については多くの生化学的研究があつては定説に達しているが、眼色発現にあづかる前駆物質の形態学的研究は甚だ少い。

八木は、昆虫の脂肪体がただ脂肪を貯えるだけでなく、哺乳類の肝臓に近い機能をもつことに着目して、変体のときの形態学的研究を行った。クロシヨウジヨウバエおよびキイロシヨウジヨウバエの蛹皮形成の3時間前に、脂肪体の中に多数のナイル青など塩基性染料で染色される顆粒があらわれ、これはやがて体液中に分泌されて蛹皮形成後消失することをみた。このことは脂肪体が、1種の内分泌器官のようなはたらきをすることを明らかにしたものである。この分泌される物質は細胞化学的な観察から、多糖類を含むものと推定している。

このナイル青で染色される顆粒は、幼虫を糸でしばって、部分的な蛹化をおこさせた実験から、蛹化刺激によって引き起されることを明らかにした。ナイル青顆粒の相対出現量とシヨウジヨウバエの眼色の異なる品種との関係をみると、野生型およびBar, Bar-black, white, brown, eyelessは出現量が最も高く、vermilion, cinnabar, scarlet, eosin, apricotは中位で、Muller-5は最も低い。このことは、実験に用いた品種間でwhiteを除いては、眼色が赤褐色のものがナイル青顆粒を最も多く生産することが明らかになり、その眼色との関連が密接であることを明らかにした。又、ナイル青顆粒生産量の少ない品種は、これに生産量の多い品種を食わせると生産量が増加することを多くの実験によって確めている。そして摂食によって顆粒の生産量が増加した場合は、眼色は例外なく赤褐色にかたむくことを明らかにし、ナイル青顆粒が眼色発現と密接な関係のあるという見解を支持する結果を得ている。

更に眼色の野生型および眼色のうすい品種との多数の交配実験では、ナイル青顆粒の出現量は眼色の遺伝と全く一致した。即ち、常染色体に眼色の劣性遺伝子をもつ品種と野生型の品種との交配では、その一代雑種は眼色は野生型となり、ナイル青顆粒も増加する。また性染色体に眼色の劣性遺伝子をもつ品種と野生型との交配では、眼色もナイル青顆粒の出現量も例外なく伴性遺伝の形式をとる。このことは、眼色を支配する遺伝子によって顆粒出現量が遺伝的に伝達されることを示す。

これらの結果から、脂肪体ナイル青顆粒は眼色の発現に先立って出現し、眼色発現と直接の関係を持つものと結論している。

八木静夫の研究は広汎な実験によって、眼色発現と幼虫の脂肪体の構造との関係を明らかにし、発生遺伝学に大きな貢献をしたと共に、将来の生化学的研究への形態学的よりどころをあたえたものである。

参考論文4篇は本論文の根拠となった実験を含むもので、いずれも発表済みである。

よって審査員一同は、八木静夫の論文を理学博士の論文として合格と認めた。